

# 塑料大棚栽培对库拉索芦荟蒽醌类物质的影响

王红星<sup>1</sup>, 王太霞<sup>2</sup>

(1. 周口师范学院 生命科学系 河南 周口 466001; 2. 河南师范大学 生命科学院 河南 新乡 453002)

**摘要:**以库拉索芦荟为材料,运用高效液相色谱技术,研究了塑料大棚栽培对库拉索芦荟主要有效成分蒽醌类物质的影响。结果表明:在大棚内生长的芦荟成熟叶总蒽醌类物质和芦荟素含量减少,同时,其高效液相色谱图中出峰数量也显著减少。该试验还研究了增强 UV-B 辐射可对芦荟有效成分的影响,试验证明,增强 UV-B 辐射促进芦荟叶中总蒽醌类物质和芦荟素的积累,在处理 10 d 内以每天照射 6 h,总蒽醌和芦荟素含量增加最多。

**关键词:**库拉索芦荟;蒽醌;芦荟素;高效液相色谱

**中图分类号:**S 682.33; S 625.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2009)11-0142-04

芦荟原产非洲热带地区和地中海沿岸<sup>[1-2]</sup>,作为民间传统草药已有 4 000 多年的历史,在我国的《神农本草经》、《本草纲目》,欧洲的《希腊本草》,朝鲜的《东医宝鉴》等古典药物书中均有关于芦荟的记载。传统芦荟多用于治疗外伤、通便利尿及美容等。现在药用价值较高的芦荟属植物,如库拉索芦荟(*Aloe vera* L. Burm. f)和木立芦荟(*Aloe arborescens* Mill)等已被世界各地广为引种栽培<sup>[3-6]</sup>。芦荟属植物含有多种药用成分,其中主要是蒽醌类物质和多糖。库拉索芦荟中的蒽醌类物质,包括芦荟素(Aloin)、芦荟大黄素(Aloe-emodin)、芦荟苦素(Aloesin)等,这些物质具有杀菌、分解毒素、消炎、促进

伤口愈合及通便利尿的作用<sup>7</sup>。目前,国内外关于芦荟有效成分的研究多集中在蒽醌类物质的组织化学定位<sup>[8-11]</sup>、成分的分离鉴定<sup>[12-13]</sup>及药理方面的应用<sup>[14-15]</sup>,有关环境因素对有效成分影响的研究很少。

芦荟喜温怕寒,我国北方栽培的芦荟须在温室或塑料大棚内越冬,从而导致芦荟接受的光照强度减弱。光照强度减弱势必影响光合效率,从而影响以初生代谢为基础的次生代谢产物的积累。因此,研究大棚栽培对芦荟蒽醌类次生代谢物的影响,对生产具有一定的指导意义。现以库拉索芦荟为材料,应用高效液相色谱技术和紫外-近红外光谱仪,研究了大棚条件下库拉索芦荟叶片中的有效成分—蒽醌类物质的变化,旨在确定大棚栽培对库拉索芦荟有效成分含量的影响。此外,库拉索芦荟所含的酚类衍生物蒽醌类物质是能吸收 UV-B 的次生代谢物, Kakani V G<sup>[16]</sup>在 129 个 35 种作物对增强 UV-B 响应研究的综述中发现,增强 UV-B 能诱导并促进吸收 UV-B 的次生代谢物的产生和积累。而温室或塑料大棚阻挡了太阳光中紫外线的透射,显然不利于芦荟中蒽醌类次生代谢产物的积累,因此该试验设想,在大棚内增加 UV-B 辐射,以刺激有效成分的积累。

**第一作者简介:**王红星(1967),女,河南周口人,硕士,副教授,现主要从事植物生理生化研究工作。E-mail: wanghx0606@126.com。

**通讯作者:**王太霞(1964),女,博士,教授,现从事药用植物的科研工作。

**基金项目:**河南省重点攻关资助项目(072102270018);河南省教育厅自然科学研究计划资助项目(2009B180032)。

**收稿日期:**2009-06-10

光强进一步减弱,影响光和产物的积累。另一方面,番茄在高湿的环境条件下也容易发生病害,减小光和面积,增加光合产物消耗,导致产量降低。

## 5.1 控制灌水

为了降低棚内湿度,在栽培冬暖大棚室内栽培番茄,应适当控制灌水。若灌水过多,水分蒸腾量大,棚内湿度大,直接降低棚内光照。高湿的环境还容易造成植株徒长,使中下部光照进一步减弱。另外,灌水过多也会影响根的吸收能力,导致植株长势变弱。一般在番茄定

植时浇足底墒水后,在地面覆盖地膜保温、保墒。前期如果番茄能够正常生长一般不要浇水。但是,若土壤墒情差、番茄长势弱,可以在膜下暗灌浇小水。在中、后期可以增加浇水次数,但也应采取膜下暗灌。

## 5.2 使用粉剂或烟雾剂改喷雾为熏烟或喷粉

为了防止番茄病虫害,在番茄生长期需经常使用农药。为了降低棚内湿度,在番茄病虫害防治时,宜选用粉剂或烟雾剂,通过熏烟或喷粉防治,减少可湿性粉剂或水剂等的喷雾。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料库拉索芦荟(*Aloe vera* L.)栽种于河南师范大学生物园地,生长条件为大田种植,春、秋季各施复合肥 1 次,浇水 2 次,冬季塑料薄膜覆盖和加热器控温 10 ~ 15℃越冬。取生长良好,长势均匀无病虫害的 3 a 生芦荟为材料进行研究。每株均选取成熟叶用于有效成分的测定。

1.2 试验方法

1.2.1 处理方法 该试验所用库拉索芦荟分别在自然光和塑料大棚内 2 种条件下生长,2 个月后,大棚内的芦荟分成 4 组,每组 10 株,其中一组作对照,另 3 组用波长为 308 nm 的 OSRAM 牌 L18W/760 型 UV-B 灯管,作为光源增加 UV-B 辐射。每天分别照射 3、6、9 h,共照射 10 d。UV-B 荧光灯固定于铁架上,灯管间距为 50 cm,距植株顶部约 50 cm,分别测定自然光照、大棚内、大棚内+UV-B 辐射 3 种生长条件下库拉索芦荟有效成分的变化。

1.2.2 仪器和色谱条件 高效液相色谱仪为 Waters2996,色谱柱为伊利特 ODS2, C18 分析柱,柱长×内径为 250 mm×4.6 mm,颗粒度 5 μm,流动相为甲醇:0.02%磷酸(9:1),柱温 30℃,流速 1.0 mL/min。

1.2.3 芦荟叶片蒽醌类物质的测定方法 选取各处理库拉索芦荟 2 a 生成熟叶片,每样 3 个重复,全叶在干燥箱中 80℃烘干,研成粉末,过 40 目筛。精确称取粉末 100 mg,加入 2 mL 甲醇,超声波提取 60 min,0.45 μm 微滤器过滤,滤液适当稀释,吸取 10 μL 进样,以 1,8-二羟基蒽醌为标准品,在 294 nm 波长检测,观察出峰数量;另取标准品于 V-550 型紫外-可见近红外线光谱仪(日本分光公司)进行扫描,在 294nm 处做标准曲线,计算

总蒽醌的含量。以芦荟素为标准品,在 365 nm 波长检测,根据吸收峰面积计算出芦荟叶中所含芦荟素的量。所用标准品均购自 Sigma 公司。

2 结果与分析

2.1 大棚栽培处理对芦荟蒽醌类物质的影响

试验结果表明,遮荫处理库拉索芦荟成熟叶中总蒽醌和芦荟素含量均有所减少,分别减少了 40.3%和 29.9%,*T* 检验表明,遮荫处理的芦荟叶中总蒽醌和芦荟素含量达到显著性差异水平,结果见图 1。高效液相图谱显示,自然光下生长的芦荟叶提取物出峰数量明显多于大棚内生长的芦荟,大棚内生长的芦荟提取物中许多峰消失,说明大棚栽培导致在紫外波段有强烈吸收的次生代谢物种减少。此外,二者在相同时间出现的吸收峰的峰面积和峰高度也存在差异,与对照相比,大棚内生长的芦荟提取物的图谱中大部分峰的面积和高度有所下降,只有个别峰面积增加,这说明遮荫处理会导致大部分物质含量减少,极少数物质含量反而增加(图 2、3)。

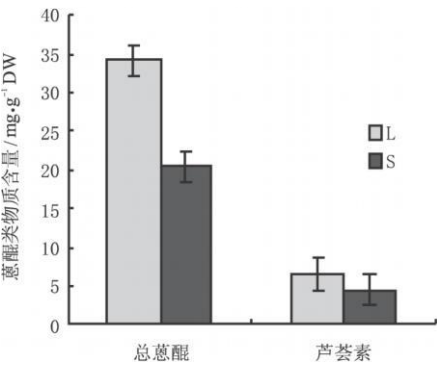


图1 遮荫处理对芦荟蒽醌类物质的影响  
注: L. 自然光照 S. 遮荫处理。

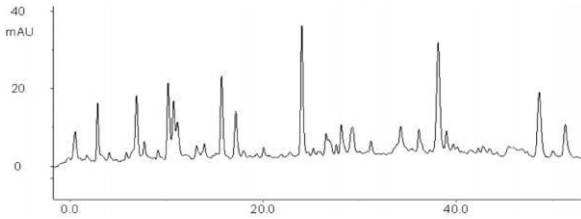


图2 自然光下芦荟叶提取物 HPLC 图谱

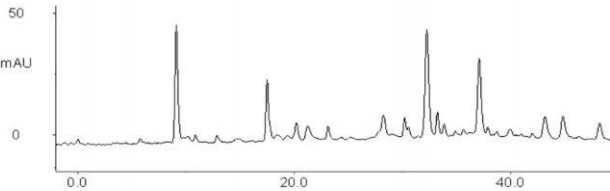


图3 大棚内芦荟叶提取物 HPLC 图谱

2.2 增强 UV-B 辐射蒽醌类物质的影响

大棚内增强 UV-B 辐射 10 d 后,与对照相比,库拉索芦荟成熟叶提取物中,有效成分总蒽醌和芦荟素含量明显升高,而且,随着每天处理时间的延长而增加,每天处理 6 h 达到最大值,和对照相比总蒽醌和芦荟素分别增加了 83.4%和 43.3%,*T* 检验表明,达到显著性差异

水平。但处理时间延长至每天 9 h 的芦荟叶提取物中,总蒽醌和芦荟素的含量又有所下降。在增强 UV-B 辐射的过程中,随着每天处理时间的延长总蒽醌的含量变化非常明显,而芦荟素含量变化相对平稳(图 4)。高效液相图谱显示,与遮荫相比,经 UV-B 辐射芦荟叶提取物中又有新峰出现,说明增强 UV-B 辐射诱导新的物质

产生(图5)。与自然光下相比,增强UV-B辐射,出峰数量变化并不大,然而,在相同时间出现的吸收峰的峰面积和峰高度存在差异,自然光下的峰高和峰面积值较大(图2)。与自然光照相比,遮荫条件下增强UV-B,尽管在紫外波段有强烈吸收的物质的种类变化不大,但相同物质的含量还是有所下降。

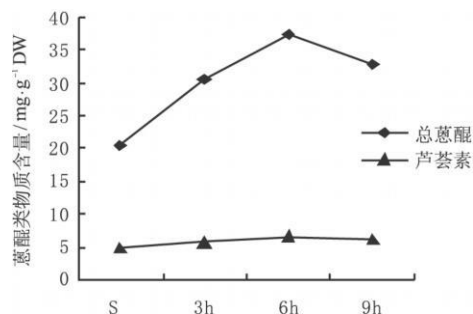


图4 增强UV-B对芦荟有效成分的影响

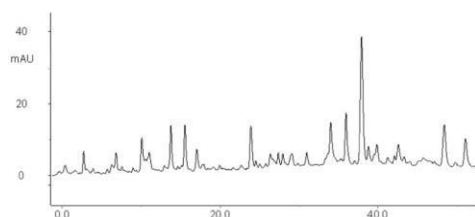


图5 增强UV-B辐射芦荟叶提取物HPLC图谱

### 3 讨论

尽管库拉索芦荟被广泛栽种并有很高的药用价值,但不同生长条件对其有效成分影响的研究还较少。芦荟的主要有效成分是蒽醌类次级代谢物,在对此类物质的研究中发现,1a当中随着季节的交替,温度和光照强度发生周期性的变化,芦荟叶片中芦荟素含量随之改变,即从冬天到夏天随着温度升高而升高<sup>[17-21]</sup>。通常认为植物适应强光照,具有较高的光合速率<sup>[22]</sup>,也有人认为,强光照下由于碳生产的升高,而导致酚类化合物浓度的提高<sup>[23]</sup>。Chauservolfson和Alejangra paez分别研究了不同光照强度对芦荟叶片中蒽醌类物质含量的影响,Chauservolfson发现遮荫条件下易变芦荟(*Aloe mutabilis* Pillans)叶片中芦荟素、高那特芦荟素和纳塔尔芦荟素含量增加<sup>[18]</sup>,他们认为,遮荫条件下芦荟叶较柔软,芦荟素等蒽醌类物质含量增加是植物抗叶食动物的一种保护措施。Paez A的结论是遮荫对库拉索芦荟叶片渗出物中芦荟素等蒽醌类次级代谢物含量没有显著影响<sup>[24]</sup>。该试验结果显示,遮荫导致库拉索芦荟全叶中有效成分总蒽醌类物质和芦荟素含量下降。芦荟原产非洲沙漠地区,长期适应了干旱和强光辐射环境,大棚栽培条件阻挡了部分光照的透过,造成光合有效辐射

(Photosynthesis active radiation, PAR)较低,从而影响芦荟的光合效率导致蒽醌类物质的合成前体供应不足,另一方面弱光条件次级代谢途径关键酶活性减弱,代谢过程受到影响<sup>[25-27]</sup>,不利于次生代谢物的积累。因此,冬季大棚栽培条件影响库拉索芦荟的品质。

很多研究证实了在增强UV-B辐射条件下,作为一种防御机制,植物体应激性的积累吸收UV-B的次级代谢物,如酚类、黄酮类等<sup>[28]</sup>,这些次级代谢产物积累在表皮层,通常在280~340nm有很强的吸收,抗UV-B伤害下能吸收屏蔽UV-B对植物起到保护作用,该试验结果显示,适当增强UV-B辐射利于芦荟有效成分的积累,而作者认为库拉索芦荟蒽醌类物质的积累,是芦荟对增强UV-B辐射的一种适应机制。同时应该注意到,处理10d每天照射9h的材料有效成分的积累反而下降,这可能是由于增强的UV-B也从多个方面影响光合作用<sup>[29-34]</sup>,因此,造成长时间补充UV-B辐射光合速率下降,同化产物的积累降低,次级代谢物合成前体的减少,从而影响生物合成系统生产次级代谢物的效率,降低蒽醌类物质的总量。由此看来,长期进行UV-B照射,并不能使蒽醌类次级代谢物含量持续增加。另外,大棚内较低水平的PAR会增加植株对UV-B的敏感性<sup>[34]</sup>,而造成对植株的伤害。因此,冬季大棚内增强UV-B辐射时间不宜太长,剂量不宜太大,在该试验所研究的照射时间中以每天照射6h有效成分增加量最大。

### 参考文献

- [1] 顾文祥. 芦荟种质资源的研究和利用[J]. 中国民族民间医药杂志, 1999, 37: 67-71.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 14卷. 北京: 科学出版社, 1983.
- [3] Hardy D S. Aloethorncroftii Pride of Barberton[J]. Aloe, 1984, 21(3/4): 72.
- [4] Jamieson G I. Aloe vera (*Aloe arborescens* Mill)[J]. Queensl Agric J, 1984, 110(4): 220.
- [5] Cole D T. Some Lithops cultivars[J]. Aloe, 1985, 22(3): 58-62.
- [6] Judd W S. The Asphodelaceae in the southeastern United States[J]. Harv pap bot (Harvard University Herbaria), 1997, 2(1): 109-123.
- [7] 熊佑清. 芦荟[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [8] 李景原, 王太霞, 胡正海. 木立芦荟不同叶龄叶的解剖结构和芦荟素含量的测定[J]. 中草药, 2002, 33(7): 646-648.
- [9] Li J Y, Wang T X, Shen Z G, et al. Relationship Between Leaf Structure and Aloin Content in Six Species of *Aloe* L.[J]. Acta Botanica Sinica, 2003, 45(5): 594-600.
- [10] 李景原, 沈宗根, 胡正海. 木立芦荟叶的发育解剖学研究[J]. 西北植物学报, 2001, 21(5): 905-909.
- [11] 沈宗根, 李景原, Catterman Y, 等. 9种芦荟属植物叶的结构和芦荟素含量的比较研究[J]. 西北植物学报, 2001, 21(2): 278-286.
- [12] Moon E J, Lee Y M, Lee O H, et al. A novel angiogenic factor from Aloe vera gel;  $\beta$ -sitosterol, a plant sterol[J]. Angiogenesis, 1999(3): 117-123.
- [13] Alberio E C, Matias L S, Jose M Z, et al. Oxidation of phenolic compounds from Aloe vera barbadensis by peroxidase activity: Possible involve-

ment in defence reaction[ J ]. Plant Physiol. 2001, 39: 521-527.

[ 14 ] Pandrinathan G, Sajital G B, Gowri Chandrakasan. Influence of Aloe vera on collagen characteristics in healing dermal wounds in rats[ J ]. Molecular and Cellular Biochemistry, 1998, 181: 71-76.

[ 15 ] 李文亭, 师海波. 芦荟药理研究新进展[ J ]. 特产研究, 1998(3): 53-56.

[ 16 ] Kakani V G, Reddy K R, Zhao D, et al. Field crop responses to ultraviolet-B radiation: a review[ J ]. Agricultural and Forest Meteorology, 2003, 120: 191-218.

[ 17 ] Chausser-Volfson E, Gutterman Y. Content and distribution of the secondary phenolic compound homonataloin in Aloe hereroensis leaves according to leaf part, position, and monthly changes[ J ]. Arid Environ., 1997, 37: 115-122.

[ 18 ] 王太霞, 李景原, 沈宗根, 等. 芦荟叶内芦荟素细胞的发育与蒽醌类物质的积累[ J ]. 实验生物学报, 2003, 36(5): 361-367.

[ 19 ] McCarthy T J, Van Rheede van Oudtshoorn M C B. The seasonal variation of aloin in leaf juice from Aloe ferox and Aloe marlothii[ J ]. Planta Med., 1966, 14: 62-65.

[ 20 ] Park M K, Park J H, Kim N Y, et al. Analysis of 13 phenolic compounds in aloe species by high performance liquid chromatography[ J ]. Phytochem. Anal. 1998(9): 186-191.

[ 21 ] Beppu H, Kawai K, Shimpō K, et al. Studies on the components of Aloe arborescens from Japan-monthly variation and differences due to part and position of the leaf[ J ]. Biochemical Systematics and Ecology, 2004, 32: 783-795.

[ 22 ] Givnish T J. Adaptation of sun and shade: a whole plant perspective[ J ]. Aust. Plant Physiol. 1988, 15: 63-92.

[ 23 ] Shure D J, Wilson L A. Patch-size effects on plant phenolics in successional openings of the southern Appalachians[ J ]. Ecology, 1993, 74: 55-67.

[ 24 ] Paez A, Gebre G M, Gonzalez M E, et al. Growth, soluble carbohy-

drates, and aloin concentration of Aloe vera plants exposed to three irradiance levels[ J ]. Environmental and Experimental Botany, 2000, 44: 133-139.

[ 25 ] 谢灵玲, 赵武玲, 沈黎明. 光照对大豆叶片苯丙氨酸裂解酶(PAL)基因表达及异黄酮合成的调节[ J ]. 植物学通报, 2000, 17(5): 443-449.

[ 26 ] 沈黎明, 孙君明, 丁安林. 不同光照条件下大豆体内异黄酮的含量与分布[ J ]. 中国油料作物学报, 1999, 21(2): 36-40.

[ 27 ] 杨振国, 侯凤莲. 光照对玉米苯丙氨酸解氨酶活性的影响[ J ]. 吉林林学院学报, 1997, 13(3): 151-153.

[ 28 ] Alexieva V, Sergiev I, Mapelli S, et al. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat[ J ]. Plant Cell Environ. 2001, 24: 1337-1344.

[ 29 ] Greenberg BM, Wilson M J, Gerhardt K E, et al. Morphological and physiological responses of Brassica napus to ultraviolet-B radiation: photomodification of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase and potential acclimation processes[ J ]. Plant Physiol., 1996, 148: 78-85.

[ 30 ] Strid A, Chow W S, Anderson J M. UV-B damage and protection at the molecular level in plants[ J ]. Photosynth. Res., 1994, 39: 475-489.

[ 31 ] Willekens H, Van Camp W, Van Montagu M, et al. Ozone, sulfur dioxide, and ultraviolet-B have similar effects on mRNA accumulation of antioxidant genes in Nicotiana plumbaginifolia L. [ J ]. Plant Physiol. 1994, 106: 1007-1014.

[ 32 ] Jansen M A K. ultraviolet-B effects on Spinodela oligonhiza: induction of different protection mechanisms[ J ]. Plant Sci. 1996, 115: 217-223.

[ 33 ] Teramura A H, Sullivan J H. Effects of UV-B radiation on photosynthesis and growth of terrestrial plants[ J ]. Photosynth. Res. 1994, 39: 463-473.

[ 34 ] Deckmyn G, Impens I. The ratio UV-B/ photosynthetically active radiation(PAR) determines the sensitivity of rye to increased UV-B radiation[ J ]. Environ. Exp. Bot., 1997, 37: 3-12.

## Effects of Plastic Green House on Anthraquinones of *Aloe vera* L.

WANG Hong-xing<sup>1</sup>, WANG Tai-xia<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, Zhoukou Normal University, Zhoukou, Henan 466001, China; 2. College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang, Henan 453002, China)

**Abstract:** Effects of plastic green house on *aloe vera* anthraquinones was studied by the method of HPLC. The results showed that the content of anthraquinones and aloin of *aloe* in plastic green house decreased respectively, at the same time the number of peaks in the chromatogram decreased obviously, which showed that plastic green house condition made the decrease of the kind of constituents in *aloe* leaves. The effects of enhanced UV-B radiation on efficiency component was also investigated. Results showed that enhanced UV-B irradiation acts as a promoter action in the accumulation of anthraquinone and aloin. In 10 d of treatment the most content of anthraquinones and aloin of *aloe* was detected in the sample of 6 h irradiation.

**Key words:** *Aloe vera*; Anthraquinones; Aloin; HPLC